



Chapitre 13 : Comment relier les forces appliquées à un système et son vecteur vitesse ?

I. Rappel de seconde et construction mathématique.

1) Le vecteur force.

5 Curling

Un palet de curling glisse selon une trajectoire rectiligne, sans perdre de vitesse.

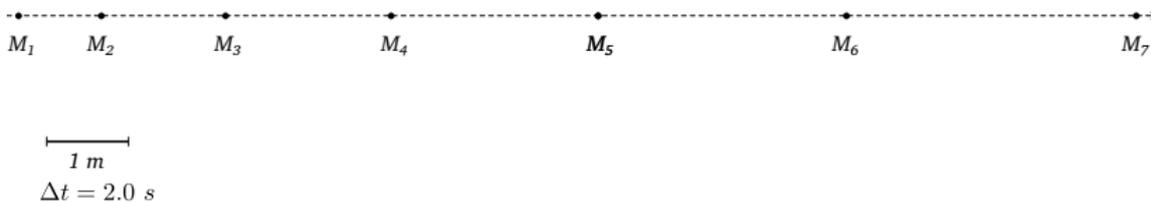
1. Quelles forces s'exercent sur le palet ?
2. Que peut-on dire de la résultante des forces ?

2) Vecteur vitesse.

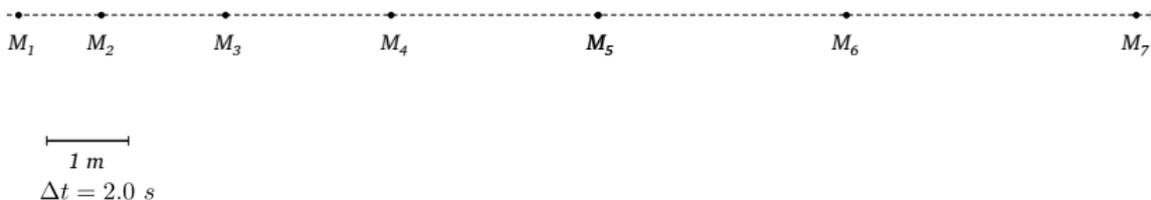
3) Vecteur variation de vitesse.

– *Capacité mathématique* : Sommer et soustraire des vecteurs.

Exercice A1 : Construire un vecteur variation de vitesse.

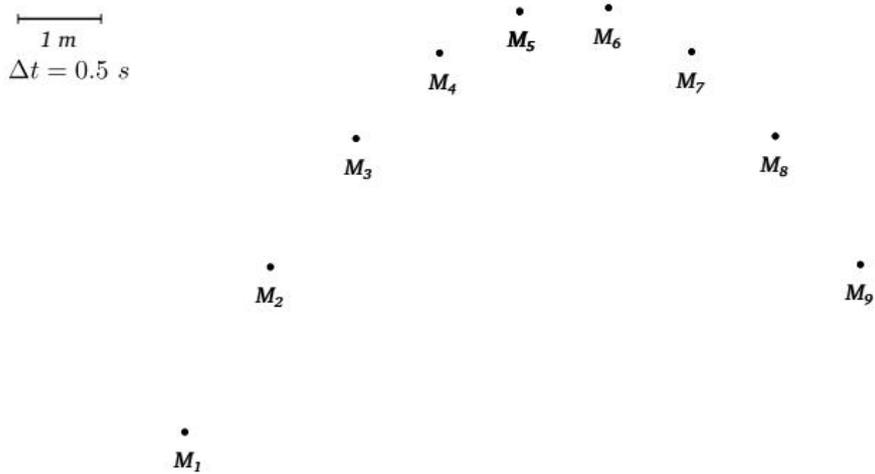


– Calculer et représenter les vecteurs vitesses aux points M_2 et M_6 , préciser l'échelle utilisée pour les vitesses.



– Calculer et représenter les vecteurs variation de vitesse aux points M_2 et M_6 , préciser l'échelle utilisée pour les variations de vitesses.

Thème 2 : Interactions et mouvements.



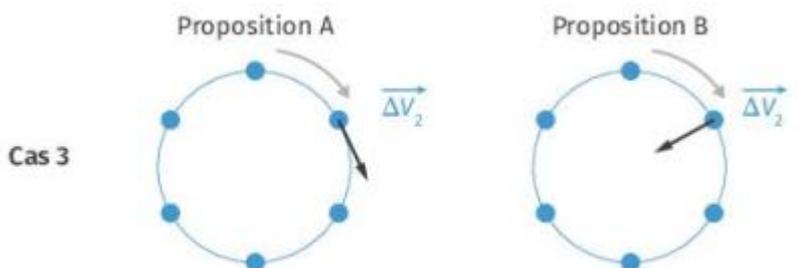
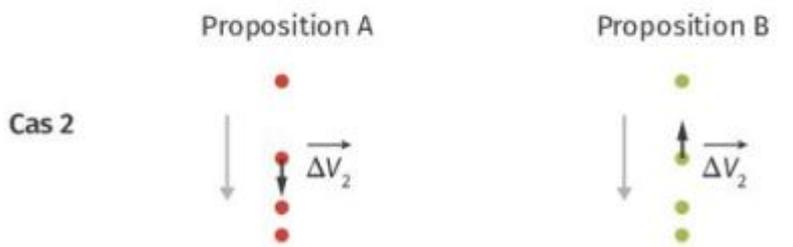
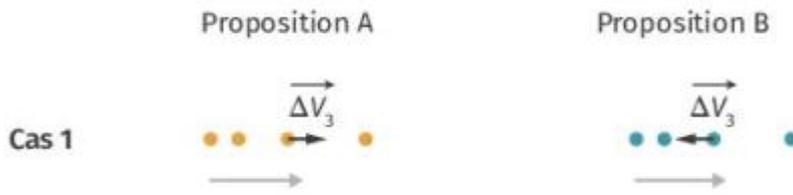
– Calculer et représenter les vecteurs variation de vitesse aux points M_3 et M_6 , préciser l'échelle utilisée pour les variations de vitesses.

10 Connaître les propriétés du vecteur variation de vitesse

✓ MATH : Utiliser le modèle du vecteur en physique

On a représenté les positions successivement occupées par un système à intervalle de temps régulier.

• Dans chaque cas, choisir la bonne proposition. Justifier.



II. Quelle technologie pour étudier un mouvement ?

1) Chronophotographie.

2) Vidéo.

III. Comment relier vecteur vitesse et forces ?

- Utiliser la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées sur celui-ci pour en déduire une estimation de la variation de vitesse entre deux instants voisins, les forces appliquées au système étant connues ;
- Utiliser la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées sur celui-ci pour en déduire une estimation des forces appliquées au système, le comportement cinématique étant connu.
- Tester la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées au système.

1) Définition.

2) Calculer une force à partir de la variation de vitesse.

Exercice C1 : Petit bateau.



Un petit bateau de masse 50 g flotte sur l'eau à la vitesse de $3,2 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ en ligne droite. Pendant 2,0 s un enfant souffle dans les voiles dans le sens du déplacement du bateau. L'ensemble des actions qui s'exercent alors sur le bateau peut être modélisée par une force de valeur 0,10 mN.

En utilisant la relation $\vec{F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ déterminer la nouvelle vitesse du bateau.

Thème 2 : Interactions et mouvements.

21 Le bobsleigh

✓ RAI/MOD : Faire un bilan des forces

✓ REA : Effectuer des calculs littéraux et numériques

Au départ d'une compétition, deux athlètes poussent leur bobsleigh sur une portion de piste glacée horizontale sur une durée de 3 s, avant de prendre place à l'intérieur. On suppose que le bobsleigh glisse sans frottement.



Équipe de bobsleigh allemande, championne du monde 2018.

1. Quelles sont les forces qui s'appliquent sur le système {bobsleigh + athlètes} à l'instant initial ? Les représenter sur un schéma à l'échelle.
2. Quelle force est responsable de la mise en mouvement du bobsleigh ? La représenter sur le schéma réalisé sans souci d'échelle.
3. La vitesse acquise à l'issue de la phase de poussée vaut $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. En supposant que la deuxième loi de Newton s'applique lors de la durée de cette phase, déterminer l'intensité de la force de poussée exercée par l'athlète.

Donnée

• Masse du {bobsleigh + athlètes} : $m = 630 \text{ kg}$.

3) Calculer une variation de vitesse à partir des forces.

13 Falcon Heavy

- ✓ RAI/MOD : Faire un bilan des forces
- ✓ REA : Effectuer des calculs littéraux et numériques

Le 6 février 2018, la Falcon Heavy, la fusée la plus puissante du monde, a été lancée depuis le centre spatial Kennedy en Floride.

Les 27 moteurs fusées sont mis à feu et exercent une poussée $F = 22\,800$ kN.



1. Quelles forces s'exercent sur la fusée ?
2. Les représenter à l'échelle $1\text{ cm} \leftrightarrow 10\,000\text{ kN}$.
3. Calculer la valeur de la résultante des forces.
4. En appliquant la deuxième loi de Newton, calculer la variation de la vitesse lors de la première seconde du décollage.

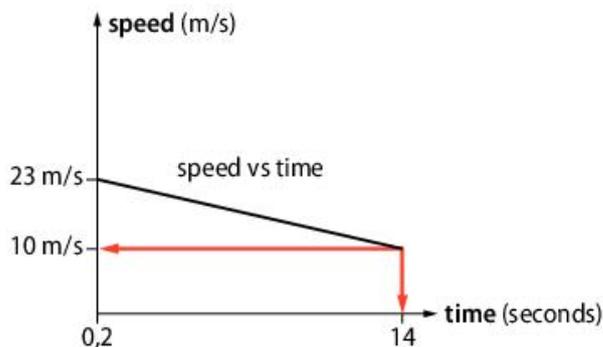
Données

- Masse de la fusée : $m = 1\,420$ tonnes ;
- Intensité de pesanteur : $g = 9,81\text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$.

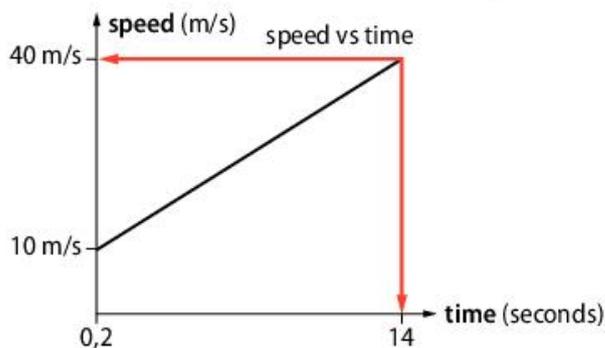
Thème 2 : Interactions et mouvements.

Exercice C2 : speed, mass and force

1. The speed-time graph of a cart is shown below. A force acts to slow the cart down from 23 m/s to 10 m/s.



- a. What is the mass of the cart if the force acting on it has a magnitude of 5,7 N?
 - b. What is the mass of the cart if the force acting on it has a magnitude of 11,4 N?
2. The speed of a 5 kg cart changes from 12 m/s to 34 m/s in just 5 seconds. What is the force acting on the cart?
 3. The speed-time graph of a 500 g cart is shown below. What is the force acting over the 14 second period?



18 Contrôle technique

- ✓ VAL : Comparer deux valeurs numériques
- ✓ REA : Effectuer des calculs littéraux et numériques
- ✓ RAI/MOD : Faire un bilan des forces

Lors d'un contrôle technique, on étudie le freinage d'une voiture de poids $P = 9,6$ kN. La force de freinage totale (avant et arrière) mesurée vaut $F = 8,92$ kN.

1. Quelles sont les forces qui s'appliquent sur la voiture ? Les schématiser à l'échelle.
2. Donner les caractéristiques de la résultante des forces.
3. Calculer la variation de vitesse de la voiture en 1 seconde lors du freinage en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ puis en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Décollage d'une fusée

SITUATION-PROBLÈME

Lors d'un décollage, la poussée des moteurs d'une fusée de type Ariane ne varie pratiquement pas.

Comment expliquer l'évolution de la vitesse d'une fusée au décollage ?

HYPOTHÈSE Proposer une hypothèse en la justifiant.

DOC 1 Propulsion d'Ariane V au décollage

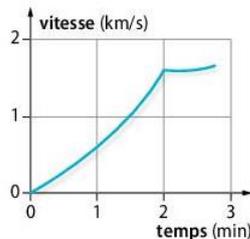
Au moment du décollage, la masse de la fusée est égale à 780 tonnes. Deux propulseurs latéraux, appelés EAP (« étages d'accélération à poudre ») contenant du propergol solide (la poudre) entourent l'étage principal. Leur masse à vide étant de 38 tonnes, chaque propulseur embarque 237 tonnes de poudre et délivre une poussée moyenne de 5 060 kN.

La tuyère, à la base du propulseur, est chargée d'évacuer les gaz de propulsion à raison de deux tonnes par seconde.

Après épuisement de la poudre, 2 minutes après leur allumage, les propulseurs et leurs tuyères sont séparés du lanceur à environ 70 kilomètres d'altitude pour retomber dans l'Océan Atlantique.



DOC 2 Évolution de la vitesse d'Ariane V au décollage



DOC 3 Intensité de la pesanteur en fonction de l'altitude h

L'intensité de la pesanteur en fonction de l'altitude h est définie par la relation :

$$g = G \times \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$$

avec : G (constante gravitationnelle) = $6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$;
 masse de la Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$
 et rayon de la Terre : $R_T = 6,37 \times 10^3 \text{ km}$.

DOC 4 Variation de vitesse

La variation de vitesse pendant une durée Δt d'un système de masse m soumis à une action mécanique modélisée par une force F s'exprime par la relation :

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{F}{m}$$

PISTES DE RÉOLUTION

1 En raisonnant sur les forces qui modélisent les actions mécaniques agissant sur une fusée Ariane V au décollage, montrer que celle-ci peut effectivement décoller.

2 Après le décollage, jusqu'à 70 km d'altitude :
a. comment évolue la valeur de la force de la poussée ?
b. le champ de pesanteur a-t-il évolué de façon notable ?
c. comment évolue la masse de la fusée ?

3 Que peut-on en déduire de la valeur de la somme des forces qui modélisent les actions mécaniques agissant sur la fusée ?

4 Comment évolue la vitesse de la fusée ?

CONCLUSION

5 Alors que la force reste constante, que peut-on dire de la variation de vitesse lorsque la masse diminue ?

Je réussis si...

- ▶ Je sais formuler une hypothèse.
- ▶ Je sais faire le bilan des actions qui s'exercent sur un mobile.
- ▶ Je sais déterminer des variations de vitesse.
- ▶ Je sais présenter une démarche de manière argumentée.

Exercice C3 : Tracteur.

Une personne chargée du transfert de bagages entre le terminal d'embarquement et la soute de l'avion dispose d'un engin tracteur et de deux wagons se déplaçant sans frottement sur le sol. Les deux wagons ont une masse de 2,2 tonnes.



1. Le véhicule tracteur exerce au démarrage une action de traction de valeur $T = 3\,080\text{ N}$.
 - a. Faire le bilan des actions exercées sur les wagons.
 - b. En utilisant la relation approchée $\vec{F} = m \cdot \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$, déterminer la variation de vitesse durant la première seconde de démarrage.
 - c. Quelle durée environ sera nécessaire pour que le tracteur atteigne la vitesse limite de 20 km/h ?
2. Une fois la vitesse atteinte, quelle doit être la valeur de la force modélisant l'action exercée par le tracteur ? Est-ce le cas dans la réalité ? Expliquer.